

Minderung der Sprachverständlichkeit als Maß für die Belästigung

U. Widmann

Institut für Elektroakustik, Technische Universität München

Einleitung

Die unbeeinflusste Lästigkeit von Schallen (Zwicker, 1990) kann aus einer gehörrichtigen Schallanalyse abgeleitet werden. Dieser Ansatz erfaßt aber nicht die spezielle Situation, in der ein Nutz- und ein Störgeräusch auf eine betroffene Person einwirken, wie es beispielsweise die Störung der sprachlichen Kommunikation durch Lärm ist.

Deshalb wird in dieser Arbeit die unbeeinflusste Lästigkeit eines Schalles mit der Belästigung durch denselben Schall in einer Situation verglichen, bei der gleichzeitig Sprache dargeboten wird. Als Störgeräusch wird Straßenverkehrslärm verwendet, der eine der häufigsten Lärmquellen in unserer Umwelt darstellt. Es wird betrachtet, welchen Einfluß eine Minderung der Sprachverständlichkeit auf die Beurteilung der Lästigkeit hat.

Messungen

Als Störgeräusche dienten zwei unterschiedlich laute und dichte, jeweils neun Minuten dauernde Ausschnitte aus Verkehrslärm. Als Sprachmaterial wurden Wörter aus einem Reimtest (Sotscheck, 1982) verwendet, dessen Testlisten aus 100 verschiedenen einsilbigen, sinnvollen Wörtern bestehen. Der Pegel der Sprache wurde wie folgt bestimmt: Sämtliche Wörter wurden mit einem Pegelschreiber (Schreibgeschw. 400 mm/sec) A-bewertet aufgezeichnet und der innerhalb eines Wortes auftretende Spitzenwert ausgemessen. Der Mittelwert dieser hundert maximalen Effektivwertpegel stellt den Sprachpegel dar. Um unterschiedlich gute Situationen hinsichtlich der Verständlichkeit von Sprache zu erreichen wurde der Sprachpegel in den Hörversuchen variiert, während der Pegel des jeweiligen Verkehrslärms unverändert blieb. In Verbindung mit dem "lauteren" Verkehrsgeräusch ($L_{eq}=74.0$ dB(A)) wurden Sprachpegel von 64.5, 67.5, 72.5 und 77.5 dB(A) eingesetzt. Beim "leiseren" Störschall ($L_{eq}=64.5$ dB(A)) wurde die Sprache mit Pegeln zwischen 58.5, 64.5, 67.5 und 78.5 dB(A) vorgespielt. Die Schalle wurden den acht normalhörenden Versuchspersonen beidohrig (diotisch) über einen elektrodynamischen Kopfhörer mit Freifeldentzerrer (Zwicker und Feldtkeller, 1967) dargeboten. Die Probanden mußten während einer Sitzung die verstandenen Wörter aufschreiben oder konnten sich enthalten (offener Test). Im Anschluß an eine Sitzung mußten die Versuchspersonen die erlebte Belästigung beurteilen. In davon getrennten Sitzungen mußte die unbeeinflusste Lästigkeit und die wahrgenommene Lautheit der Verkehrsgeräusche ohne gleichzeitige Sprachdarbietung bewertet werden. In allen Versuchen wurde die Methode der Linienlänge angewendet (Fastl, 1989). Dabei müssen die Versuchspersonen ihre Beurteilung auf die Länge einer Linie abbilden. Die statistische Auswertung der Lautheit der Verkehrsge-

räusche wurde mit einem Lautheitsmesser (Zwicker et al., 1985) mit nachgeschaltetem Statistikanalysator durchgeführt. Die Lautheit der Sprache (N_{\max}) wurde bei den eingestellten Sprachpegeln als Mittelwert der Maximallautheiten aller Wörter einer Testliste bestimmt.

Ergebnisse

Die aus der Lautheitsanalyse der Verkehrsgeräusche gewonnenen Perzentilwerte sind in Fig. 1, zusammen mit den Lautheits-Zeitverläufen, dargestellt. Das eine Geräusch enthält viele ruhige Abschnitte und wird deswegen als "leiser" Verkehrslärm bezeichnet. Es wurde in einer ruhigen Wohngegend aufgezeichnet. Der "laute" Verkehrslärm stammt aus Aufnahmen an einer dicht befahrenen Ringstraße. Er ist wesentlich homogener und es treten geringere Lautheits-Schwankungen auf. Definiert man das Verhältnis N_5/N_{50} als ein Maß für die Variabilität des Geräusches, so beträgt dieses beim "leiseren" Schall 2.8 und beim dichteren Geräusch nur 1.5.

Die Beurteilung der Lästigkeit für die verschiedenen Darbietungen mit und ohne Sprache ist in Fig. 2 dargestellt. In Fig. 2a ist die unbeeinflusste Lästigkeit der wahrgenommenen Lautheit gegenübergestellt. Die Lautheit des dichteren Verkehrslärms wird im Mittel mit 83% der Linienlänge angegeben, während der "leisere" Schall nur 50% erreicht. Das entspricht einem Lautheitsverhältnis von 1.66 und kann durch den Quotienten der physikalisch gemessenen Perzentilwerte N_5 (vgl. Fig. 1) nachgebildet werden. Dieses Ergebnis bestätigt, daß für die Beurteilung der Lautheit eines schwankenden Geräusches über einen längeren Zeitraum die Spitzenwerte des Schalles herangezogen werden, wie dies von Fastl (1989) beschrieben wurde.

Die Beurteilung der unbeeinflussten Lästigkeit unterscheidet sich kaum von der Einschätzung der Lautheit, hat jedoch größere Schwan-

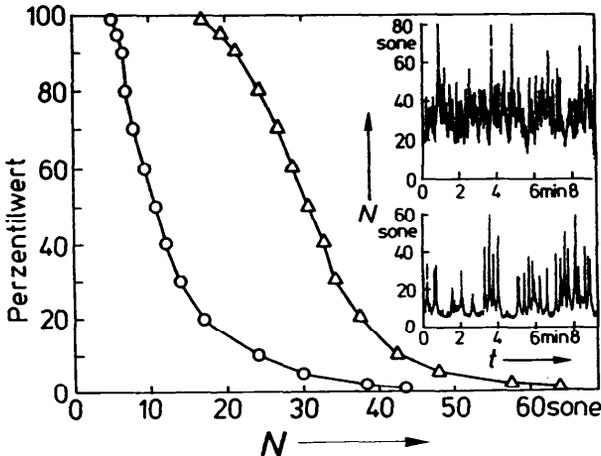


Fig. 1: Perzentilstatistik und Zeitverläufe der Lautheit für "lauten" (Dreiecke, oben) und "leisen" (Kreise, unten) Verkehrslärm.

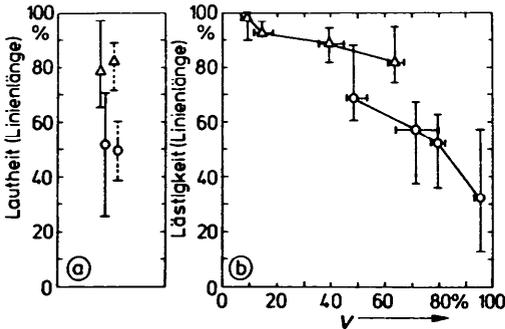


Fig. 2: Zentralwerte und Wahrscheinliche Schwankungen der a) unbeeinflussten Lästigkeit (durchgezogen) und der Lautheit (gestrichelt), b) Lästigkeit als Funktion der erzielten Sprachverständlichkeit v , für "lauten" (Dreiecke) und "leisen" (Kreise) Straßenverkehrslärm.

kungen. Wird dem Verkehrslärm Sprache in verschiedenen Sprach-Geräusch-Abständen überlagert (Fig. 2 b) so ändert sich die Verständlichkeit der Sprache. Für den "leisen" Verkehrslärm werden im Mittel zwischen 48,5% und 95,5% der Worte korrekt verstanden. Noch geringere Verständlichkeiten wurden nicht untersucht, da das Verkehrsgeräusch viele ruhige Passagen enthält, die eine weitere Absenkung des Sprachpegels nicht sinnvoll erscheinen ließen. Für das "laute" Geräusch wurden zwischen 9% und 64% der Worte korrekt notiert. Bessere Verständlichkeiten wurden nicht erzielt, weil auf die dafür notwendige Darbietung unnatürlich lauter Sprache verzichtet wurde.

Für abnehmendes v steigt bei beiden Schallen die Belästigung. Beim "leisen" Verkehrsgeräusch ist der Einfluß der Sprachverständlichkeit ausgeprägter. Werden nur etwa 48% der Worte korrekt verstanden erhöht sich die Belästigung auf 68% der Linienlänge. Für sehr gute Sprachverständlichkeit nimmt die Belästigung erwartungsgemäß ab, allerdings mit großen Schwankungen.

Beim "lauten", dichteren Verkehrsgeräusch verläuft die Abnahme der Belästigung flacher. Die Belästigung bleibt aber immer zwischen 25% und 30% über der des "leisen" Verkehrsgeräuschs.

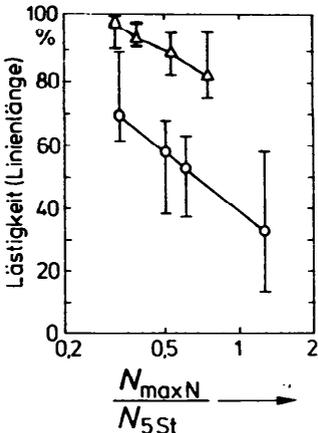


Fig. 3: Zentralwerte und Wahrscheinliche Schwankungen der Lästigkeit für "lauten" (Dreiecke) und "leisen" (Kreise) Verkehrslärm als Funktion der Sprach-Geräusch-Lautheits-Verhältnisse (N_{maxN}/N_{5St}).

Vergleicht man die Lästigkeit angesichts schlechter Sprachverständlichkeit mit der unbeeinflussten Lästigkeit, so bleibt im Mittel ein Unterschied von etwa 18%.

Trägt man die Lästigkeitsdaten aus Fig. 2b über dem Quotienten der in den Versuchen eingestellten Sprachlautheit ($N_{\max N}$) und der Perzentillautheit N_{5ST} der Verkehrsgeräusche logarithmisch auf, so entsteht Fig. 3. Es zeigt sich, daß für "leisen" Verkehrslärm die Belästigung um 18.5% und für den "lauten" Verkehrslärm um 13% je Verdoppelung des Sprach-Geräusch-Lautheits-Verhältnisses linear abnimmt. Das Verhältnis von Nutzsignallautheit und Lautheit des Störsignals stellt also ein gutes Maß dar, um die Erhöhung der Belästigung durch die Minderung der Sprachverständlichkeit zu beschreiben.

Für den Absolutwert der Lästigkeit ist allerdings die Zeitstruktur des Störgeräusches von großer Bedeutung.

Zusammenfassung

Im Mittel steigt die Belästigung mit Verminderung der Sprachverständlichkeit an. Am deutlichsten ist dieser Effekt, wenn der Störer ein nicht sehr dichtes, variables Geräusch ist.

Die Hauptbelästigung rührt aber von dem Störgeräusch an sich her. Hierbei ist wiederum die Lautheit des Geräusches das Hauptkriterium für die unbeeinflusste Lästigkeit (Zwicker, 1990). Diese kann durch die statistische Auswertung der mit einem Lautheitsmesser nach Zwicker gemessenen Lautheitswerte gut nachgebildet werden (Fastl, 1989). Da bekannt ist, daß bei schlechter Sprachverständlichkeit die Lästigkeit um 18% über derjenigen ohne Sprachdarbietung liegt, kann somit die Lästigkeit für beliebige Nutz-Störschall-Verhältnisse berechnet werden.

Der Autor dankt Herrn PD Dr. H. Fastl für wertvolle Anregungen. Diese Arbeit wurde im Rahmen des SFB 204 "Gehör", München, gefördert.

Literatur

- Fastl, H. (1989). Average loudness of road traffic noise. In: Proc. internoise '89, Vol. II, 815-820.
- Sotscheck, J. (1982). Ein Reimtest für Verständlichkeitsmessungen mit deutscher Sprache als ein verbessertes Verfahren zur Bestimmung der Sprachübertragungsgüte. Der Fernmeldeingenieur 36, Heft 4/5.
- Zwicker, E., Deuter, K. und Peisl, W. (1985). Loudness meters based on ISO 532 B with large dynamic range. In: Proc. internoise '85, Vol. II, 1119-1122.
- Zwicker, E. (1990). Ein Vorschlag zur Definition und Berechnung der unbeeinflussten Lästigkeit, In: BIS Oldenburg.